



COLLÈGE  
DE FRANCE  
— 1530 —

## L'exploration du Vivant par les différentes disciplines scientifiques : une histoire d'échelle

**AVENIR COMMUN**  
**DURABLE**  
ÉNERGIE / ENVIRONNEMENT / SOCIÉTÉ



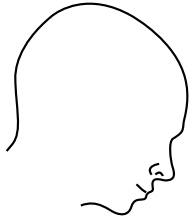
Cours du 17 mars 2026

Pr. Claude Grison

« La science est Une... c'est l'homme seulement qui, en raison de la faiblesse de son intelligence, y établit des catégories ».



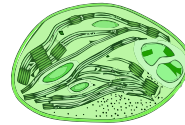
Pasteur



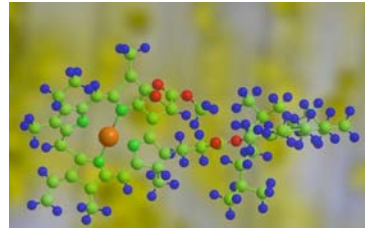
écologie



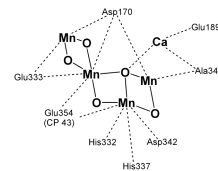
biologie



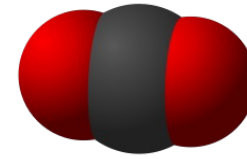
biochimie



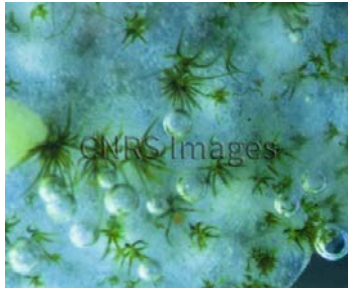
chimie



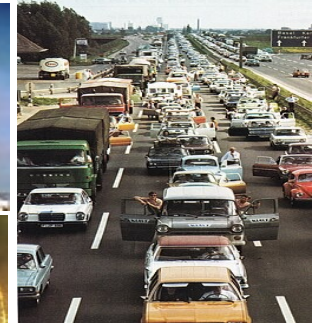
# Le dioxyde de carbone



De la matière première dans l'alimentation du phytoplancton, des cyanobactéries, algues, végétaux



Au gaz à effet de serre émis en trop grande quantité par les activités humaines

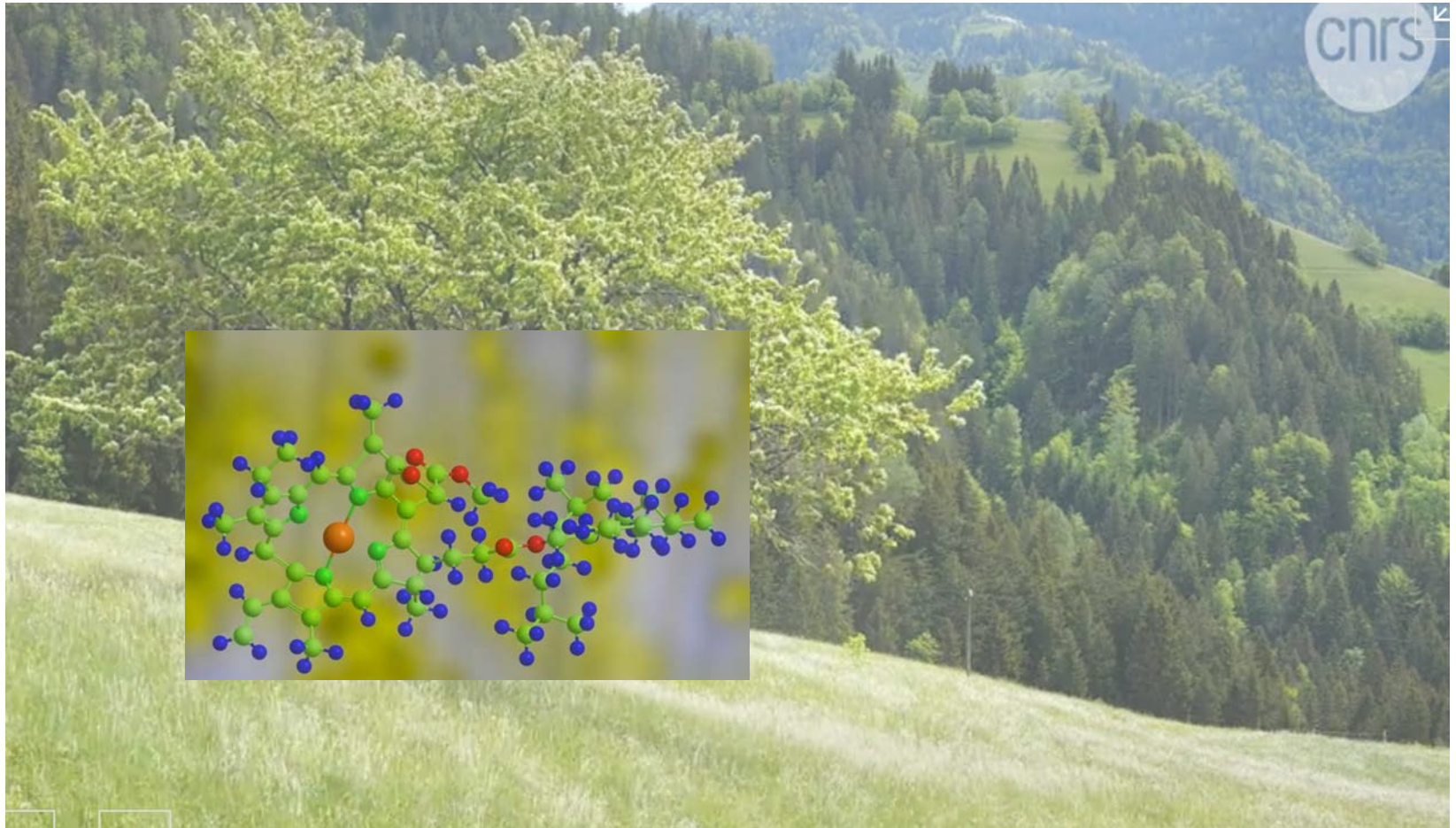


# La Vie est verte

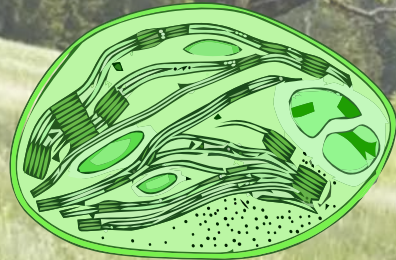


<https://images.cnrs.fr/video/7757>

# La Vie est verte



# La Vie est verte

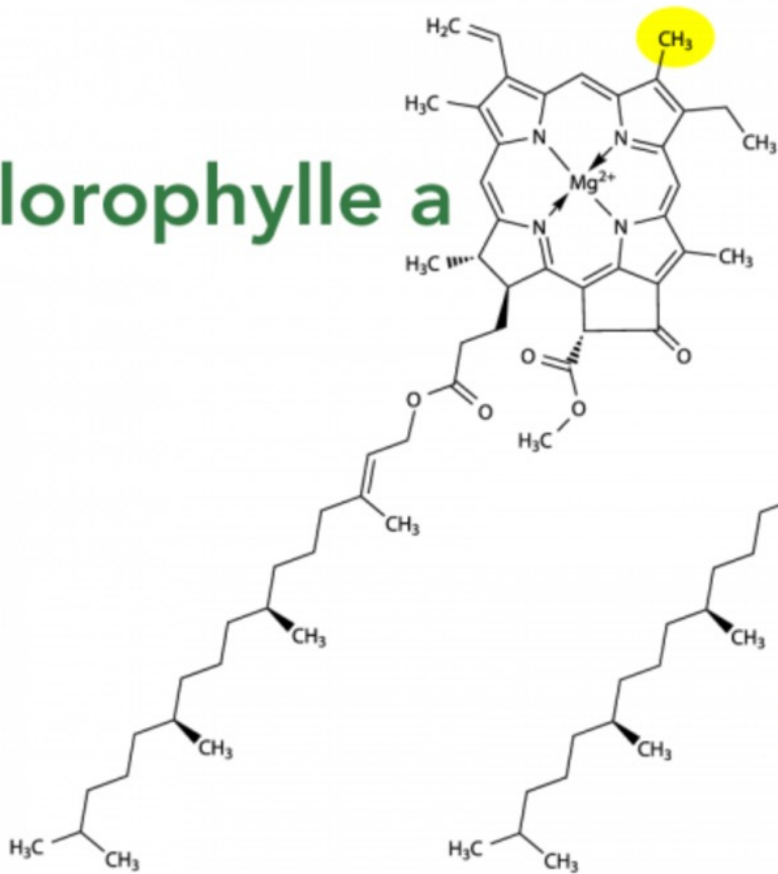


# La Vie est verte

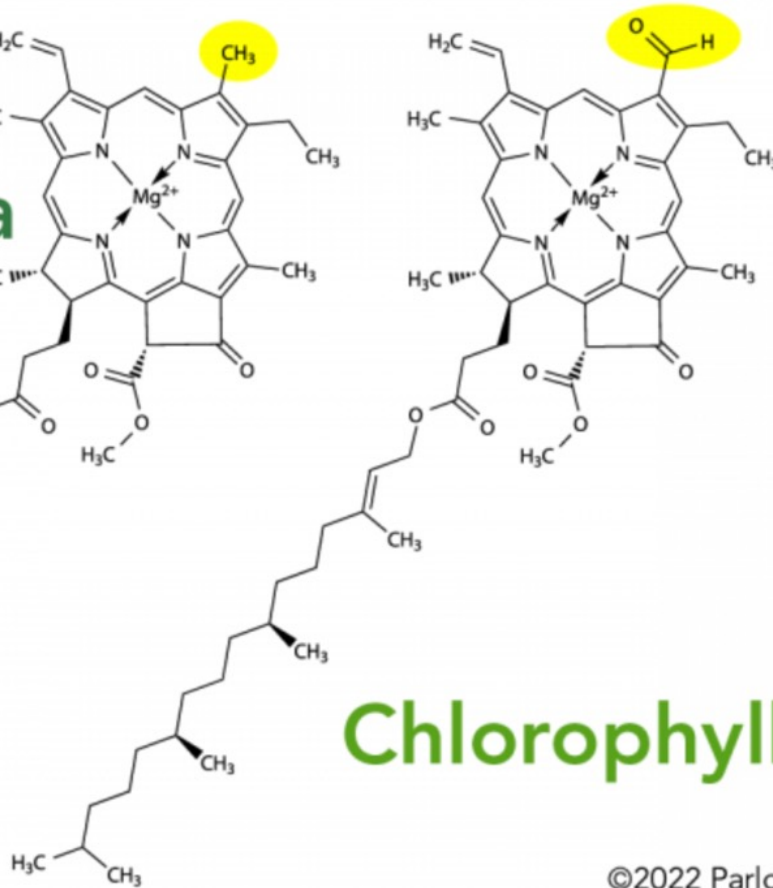


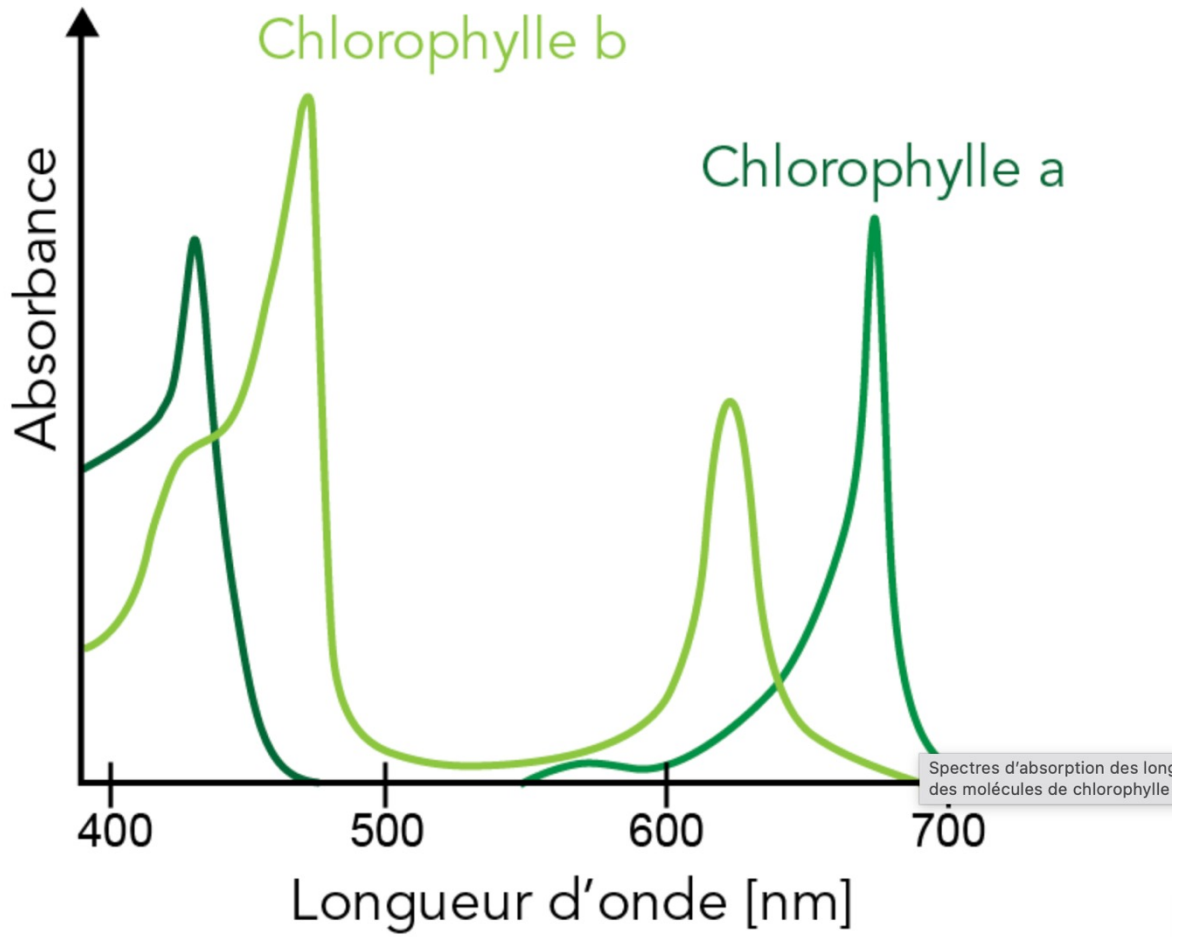
# Comment fonctionne la photosynthèse ?

**Chlorophylle a**

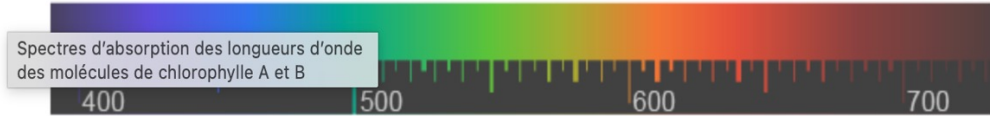


**Chlorophylle b**

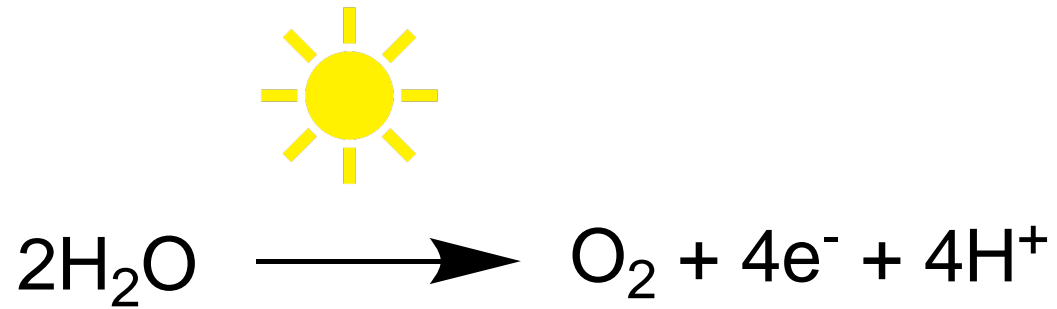




Spectres d'absorption des longueurs d'onde des molécules de chlorophylle

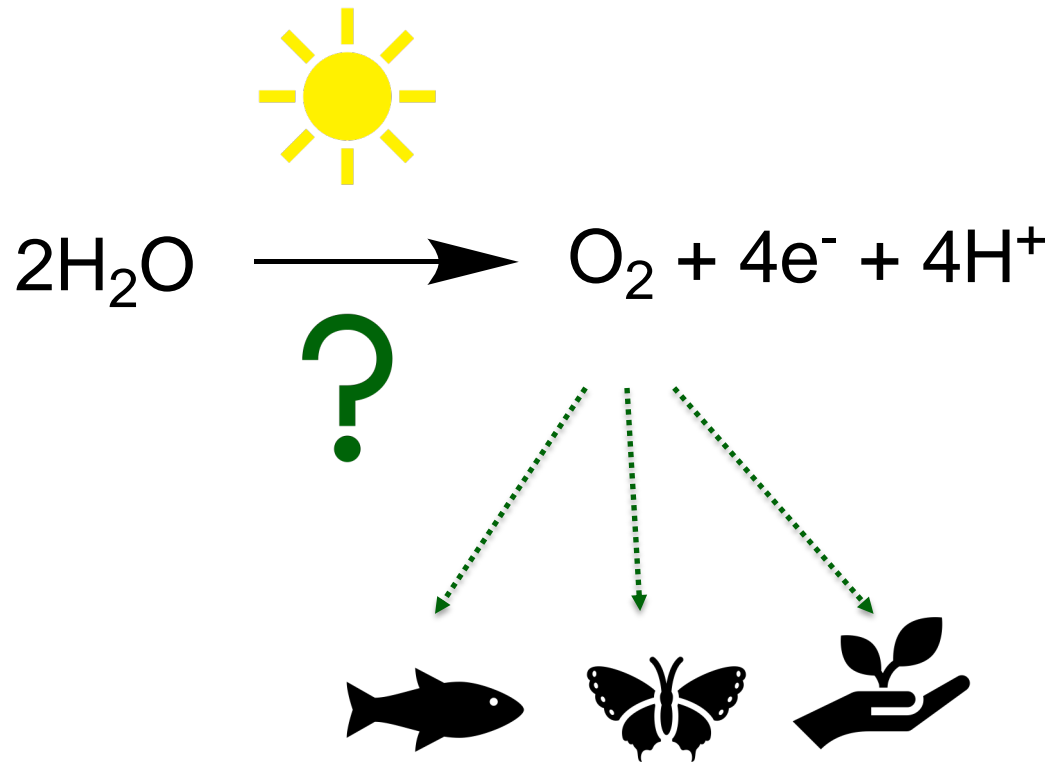


Que devient cette énergie lumineuse absorbée ?



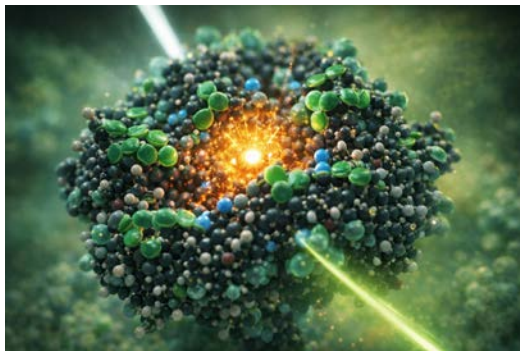
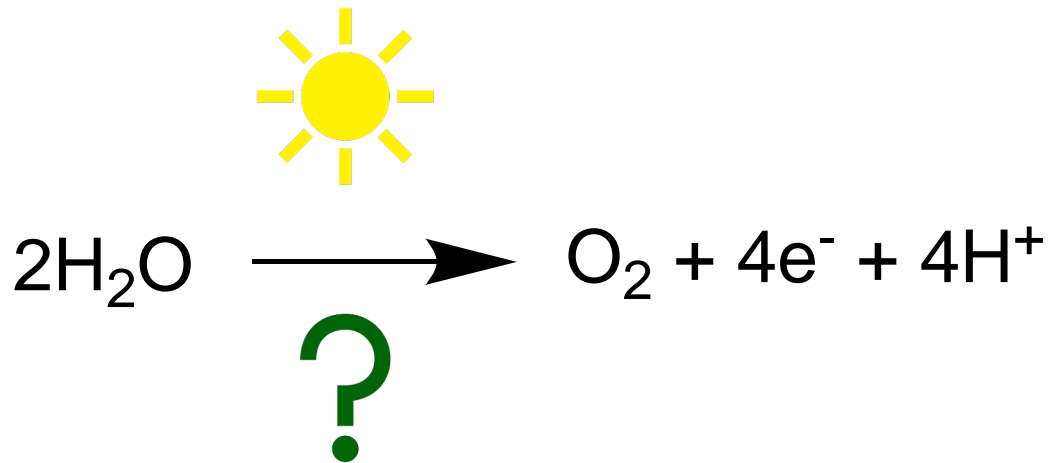
Que devient cette énergie lumineuse absorbée ?

Le mécanisme d'oxydation de la molécule d'eau pose toujours question

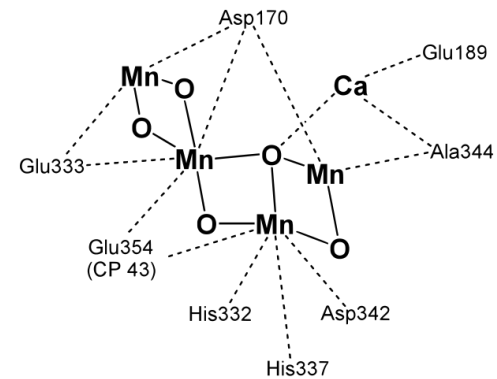


# Que devient cette énergie lumineuse absorbée ?

Le mécanisme d'oxydation de la molécule d'eau pose toujours question

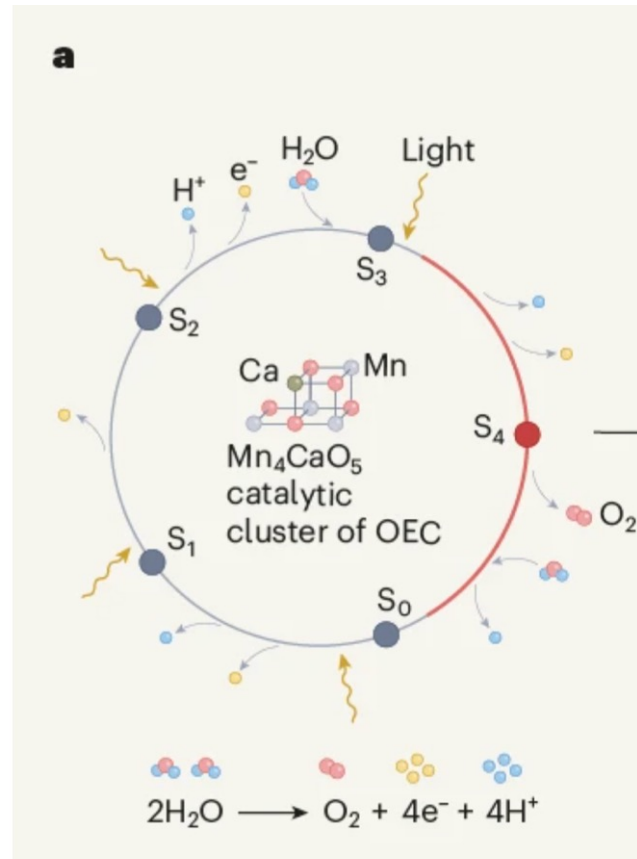


Complexe d'oxydation de l'eau

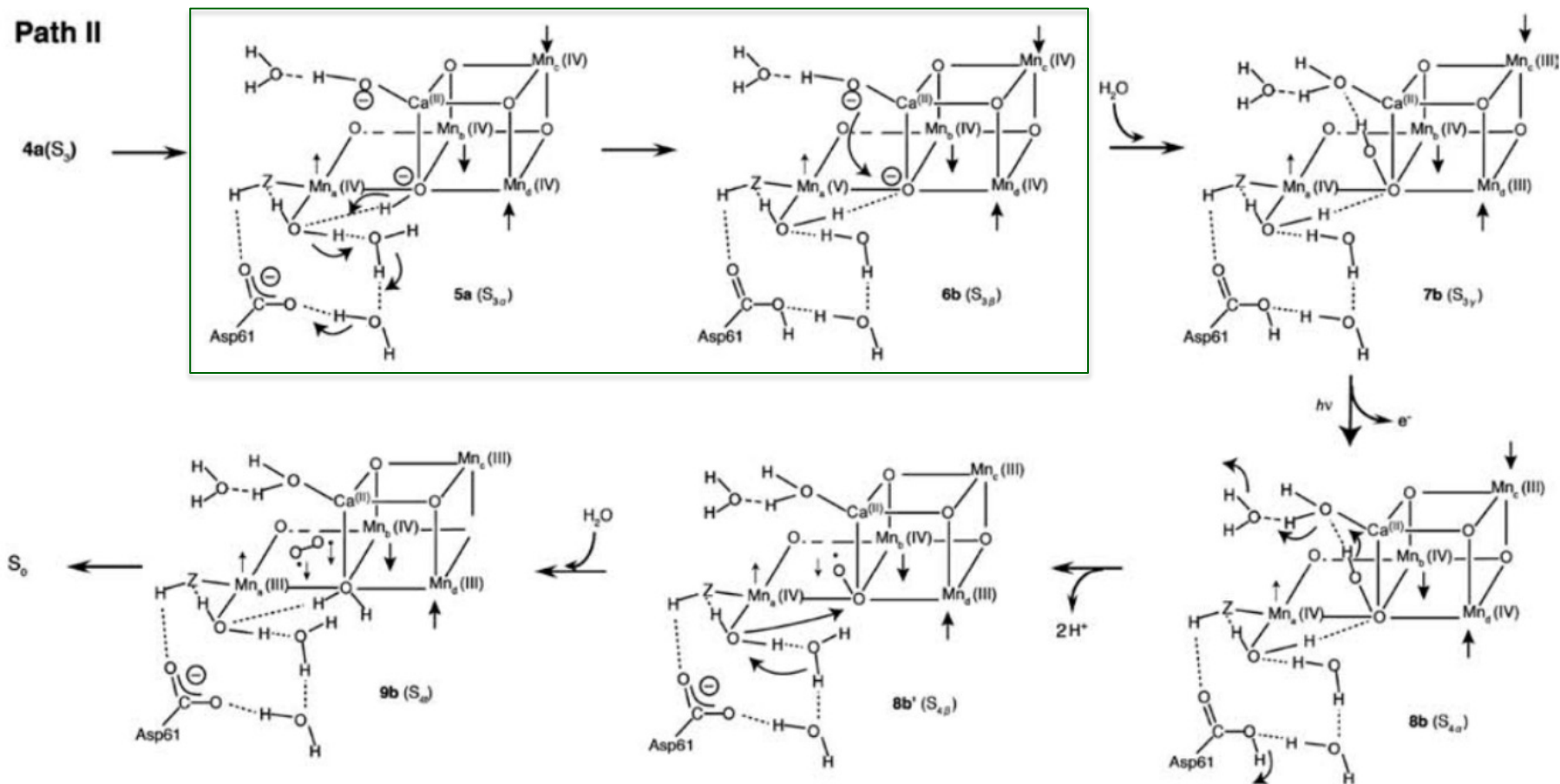


# Par quel mécanisme les plantes réalisent-elles cette transformation chimique ?

Extraction du complexe protéique responsable de l'oxydation de l'eau, c'est-à-dire le Photosystème II des cyanobactéries.



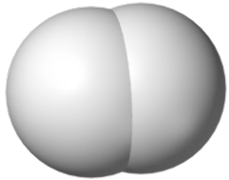
# Pourquoi cet oxyde mixte : $\text{CaMn(III)}_2\text{Mn(IV)}_2\text{O}_5(\text{H}_2\text{O})_4$ ?



# A quoi servent ces connaissances ?

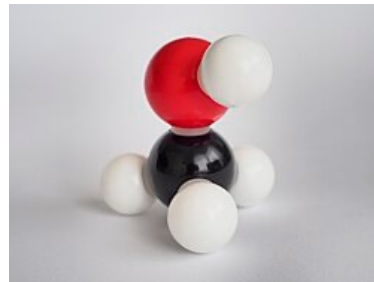
## *Utiliser le CO<sub>2</sub> capté*

Production  
d'H<sub>2</sub> vert



Hydrogène CO<sub>2</sub>  
Co-électrolyse  
Electrolyse directe

Ex. : MeOH



Pour 1 kg d'hydrogène produit :  
+10 kg de CO<sub>2</sub> à partir du gaz naturel,  
+ 15 kg à partir de résidus pétroliers  
+ 20 kg à partir de charbon  
Procédé *Planetary Hydrogen* :  
- 40 kg de CO<sub>2</sub>

Coûts énergétiques !



## *Dialoguer avec les plantes*

Utiliser une lumière pour mieux  
connaître l'état physiologique des plantes



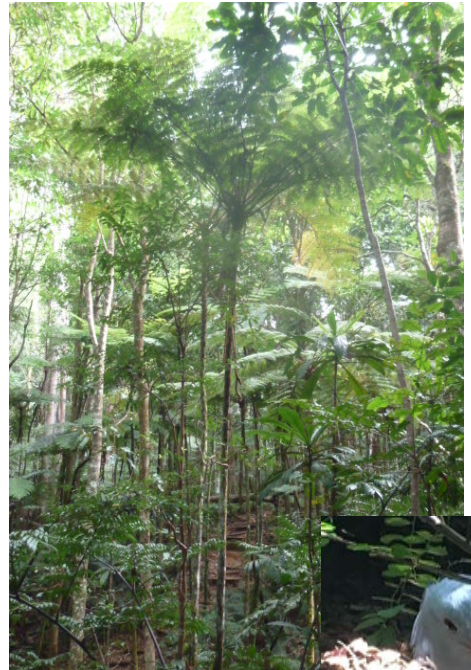
## *S'inspirer du cluster bimétallique*

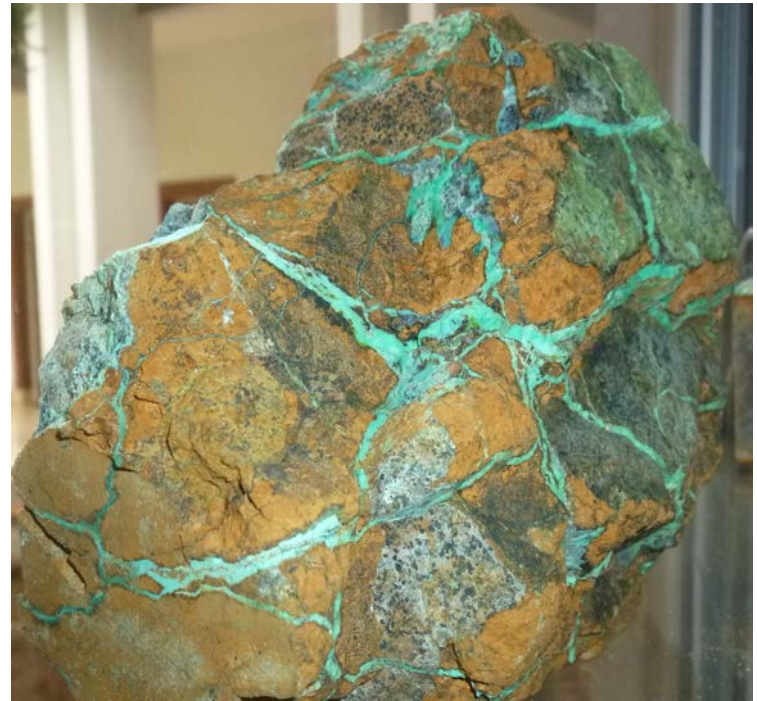
Trouver de nouvelles  
méthodes d'oxydation

# De la réglementation aux solutions

Réactifs oxydants conventionnels







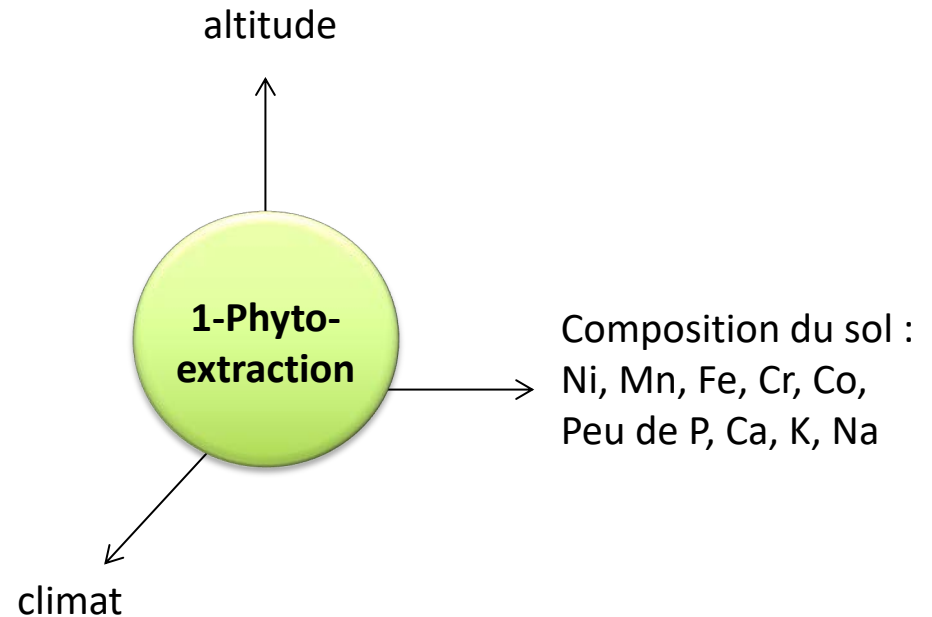
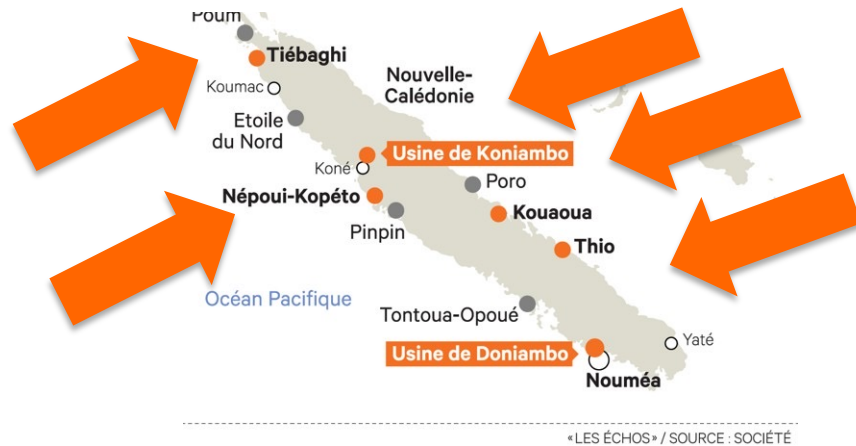
# Nouvelle-Calédonie : Situations de contrastes

- Point chaud de la biodiversité
- Lagon calédonien classé au patrimoine mondial de l'Unesco
- 78% d'espèces endémiques
- Impacts environnementaux : perte de biodiversité, érosion etc.  
32 000 ha de surfaces dégradées



# 6 ha de restauration écologique basée sur l'utilisation d'espèces endémiques :

Une expérience unique – Un suivi écologique de longue durée



1. Développement d'espèces pionnières
2. Installation de légumineuses adaptées
3. Augmentation de la biodiversité

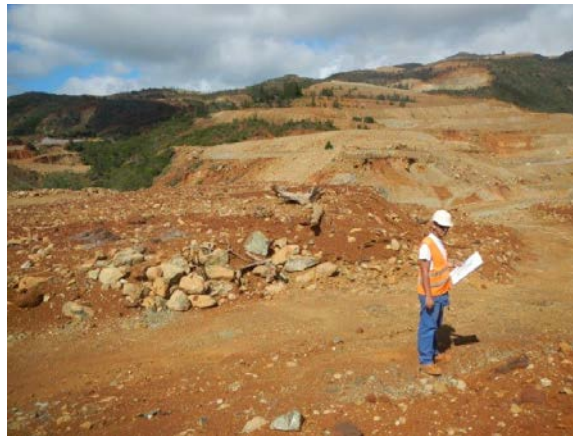
# Expériences de restauration écologique

## L'exemple de Kouaoua (3 ha)

### **10 ans après**

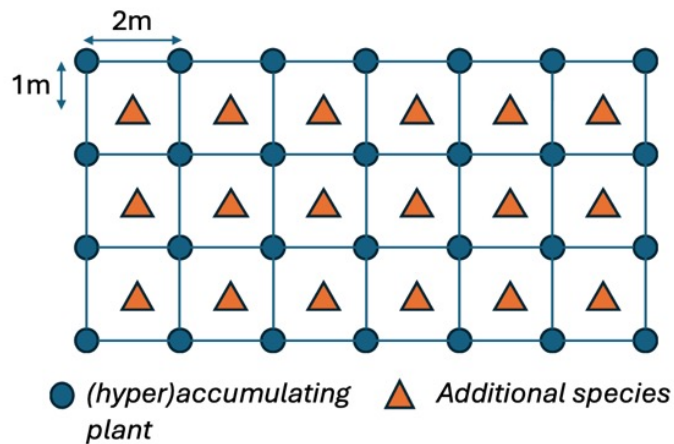
Question scientifique initiale :

Quelle est l'influence des espèces fixatrices d'azote tolérantes et locales sur la croissance de 3 espèces (hyper)accumulatrices d'éléments métalliques endémiques ?



Sites proposés : deux versets à stérile : « vergers C12-C13 » et « Providence »

# Planification des opérations



1/ 736 (hyper)accumulateurs d'Éléments Trace Métallique : 140 *Geissois pruinosa*, 244 *Grevillea exul*, 348 *Grevillea rubiginosa*)

2/ 321 espèces fixatrices d'azote : 180 *Storckia pancheri*, 45 *Serianthes calycina* et 96 *Gymnostoma intermedium*

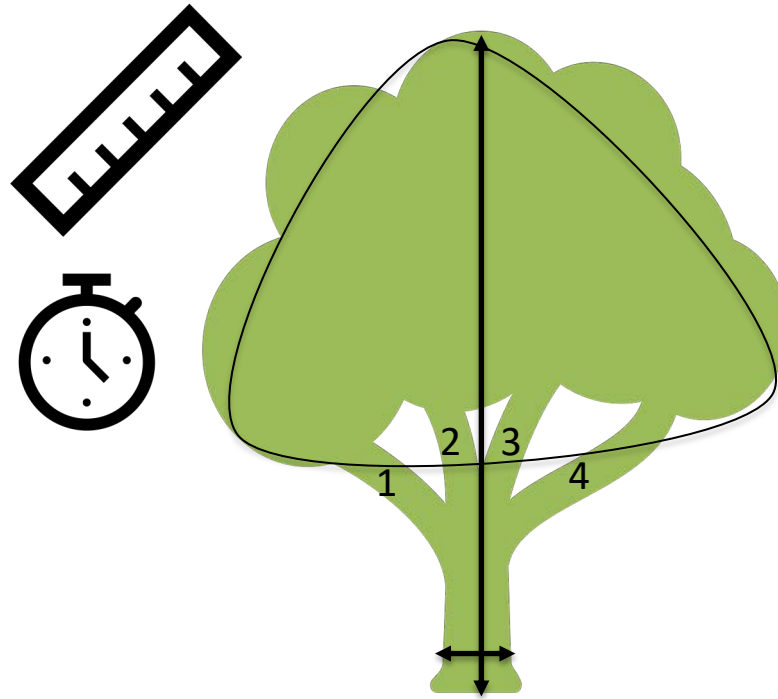
# Suivi écologique des espèces installées

**Mortalité**

**Croissance**

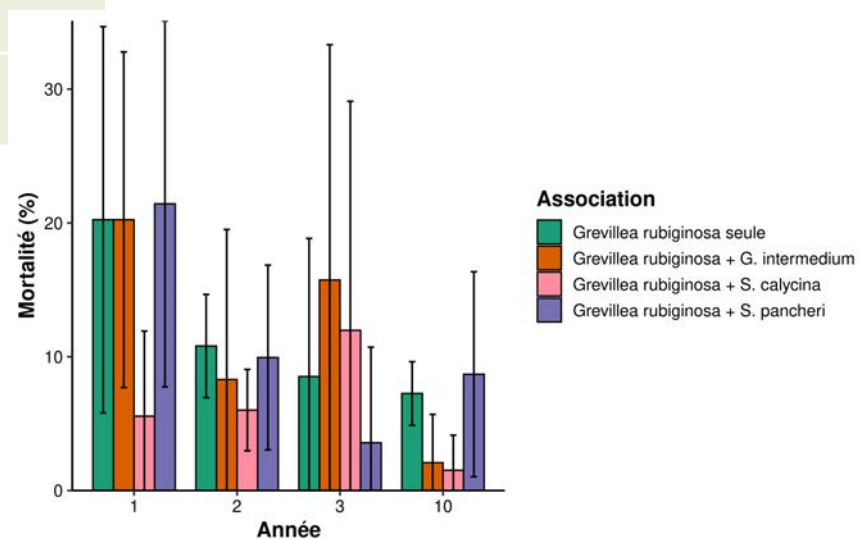
- Hauteur
- Diamètre
- Nombre d'axes
- Volume

**Diversité végétale**



## Suivi de la mortalité cumulée des différentes espèces installées

NO of years post-planting	1		2		4-10	
	moy	sd	moy	sd	moy	sd
<i>Grevillea rubiginosa</i>	<b>17%</b>	8%	<b>24%</b>	8%	<b>36%</b>	9%
<i>Grevillea exul</i>	<b>11%</b>	5%	<b>15%</b>	4%	<b>29%</b>	12%
<i>Geissois pruinosa</i>	<b>10 %</b>	0.2 %	<b>12 %</b>	1%	<b>26 %</b>	10%
Restoration of tropical Asian forest						
Mean data	<b>18%</b>		<b>26%</b>		<b>44%</b>	
Open degraded sites	<b>25%</b>				<b>54%</b>	



# Suivi écologique des espèces installées

La star !



*Grevillea rubiginosa*

# Développement des espèces végétales installées initialement (l'exemple des parcelles *G. rubiginosa*)



*G. rubiginosa* en boutons



*G. rubiginosa*  
en floraison



*G. rubiginosa* en  
Fructification (47)



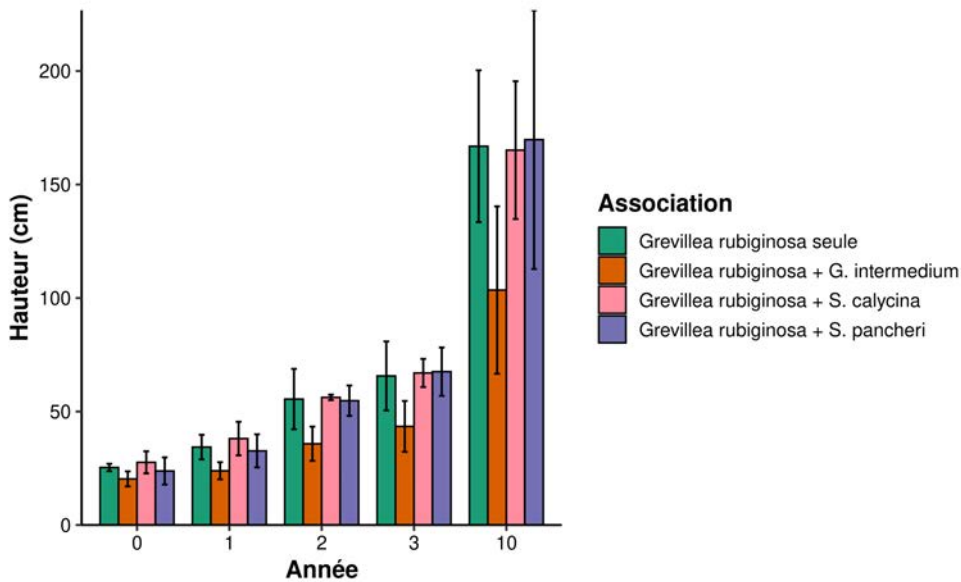
Fortes ramifications de  
*G. rubiginosa*

## Nouveaux plants de *Grevillea rubiginosa* (58)





## Suivi écologique des parcelles avec *G. rubiginosa*



*G. rubiginosa* : l'espèce la plus haute, proche des plants sauvages

Une espèce végétale réputée à croissance lente :

- taille x 6 en 10 ans
- diamètre x 8
- volume x 130 pour *G. rubiginosa*,
- 2 et 5 fois > *G. exul* et *G. pruinosa*

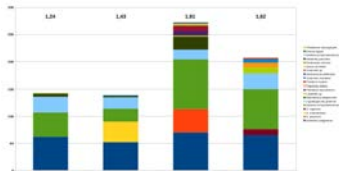
GR seule > GR + GI ( $p < 0,005$ )

Mêmes résultats avec diamètre, envergure et volume

Composition foliaire moyenne : 4 000 ppm

# Un vrai programme de restauration écologique ?

791 espèces végétales se sont installées spontanément  
 75 % figurent sur l'inventaire botanique initial  
 86% sont endémiques  
 14% sont indigènes



indices de diversité de Shannon à 10 ans : 1,81



*Oxera neriifolia*  
 (vulnérable selon l'IUCN)



*Eriaxis rigida*  
 (orchidée endémique, Pharmacopée kanak)



*Polyscias dioica*



*Pteridium esculentum*



*Hibbertia Trachyphylla*



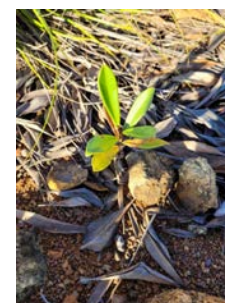
*Notelea austrocaledonica*



*Scaevola beckii*



*Scaevola montana*  
 (feuilles riches en potassium)



*Thiollierea macrophylla*

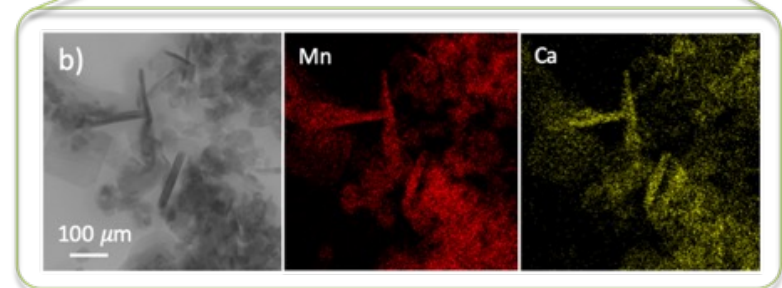
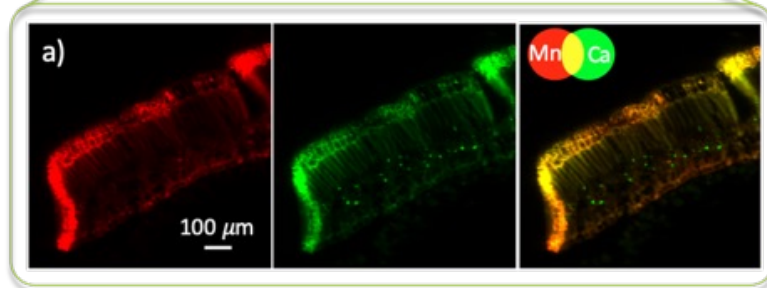
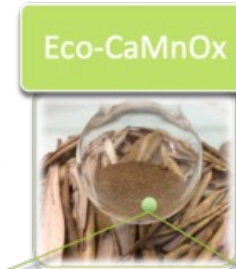


*Psilotum nudum*

# Mécanismes de co-assimilation et de voies de transport concertées du manganèse et du calcium

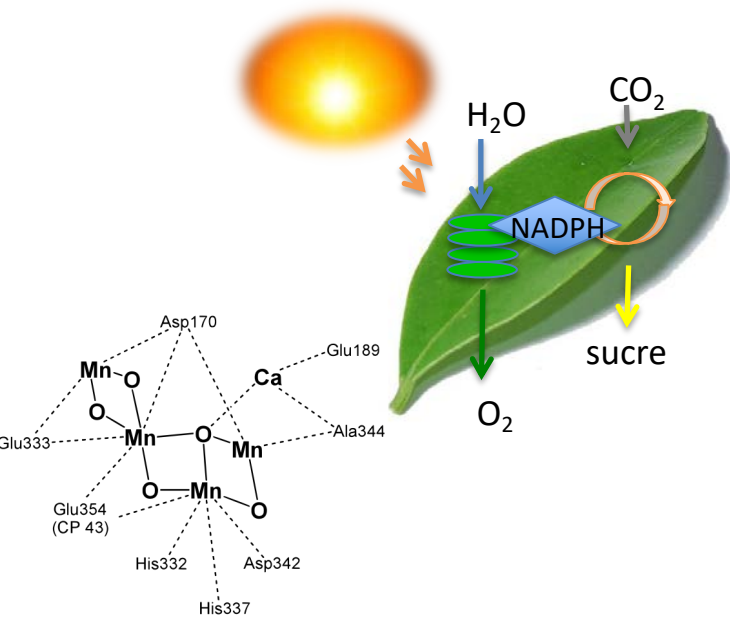


Empreinte végétale  
des Écocatalyseurs



# De la réglementation aux solutions

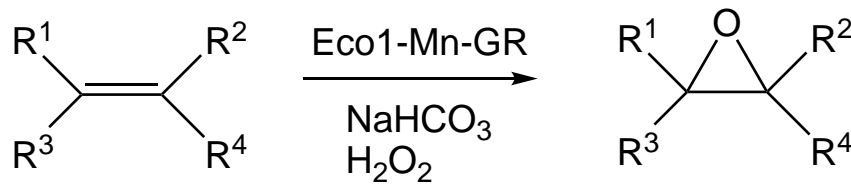
## Réactifs oxydants conventionnels



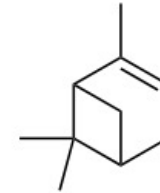
Eco-CaMnOx



# Epoxydations vertes



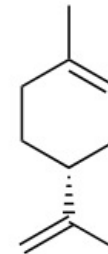
200 fois moins d'agent oxydant qu'un oxydant conventionnel



$\alpha$ -pinene



Pinus



(R)-(+)-limonene



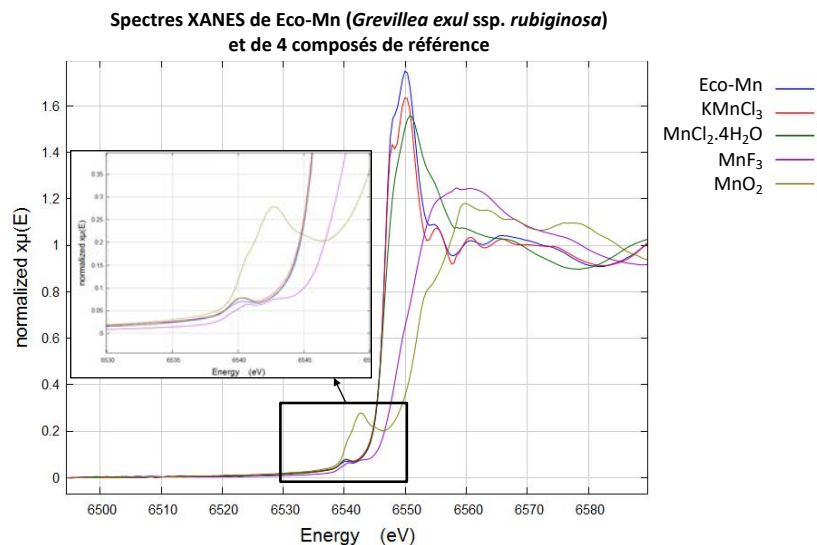
Combawas

Citrons

**Ressources  
calédoniennes**

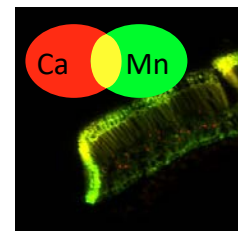
Des alternatives aux polymères  
issus du bisphénol A et de l'  
épichlorohydrine

# Structure de Eco-Mn de seconde génération

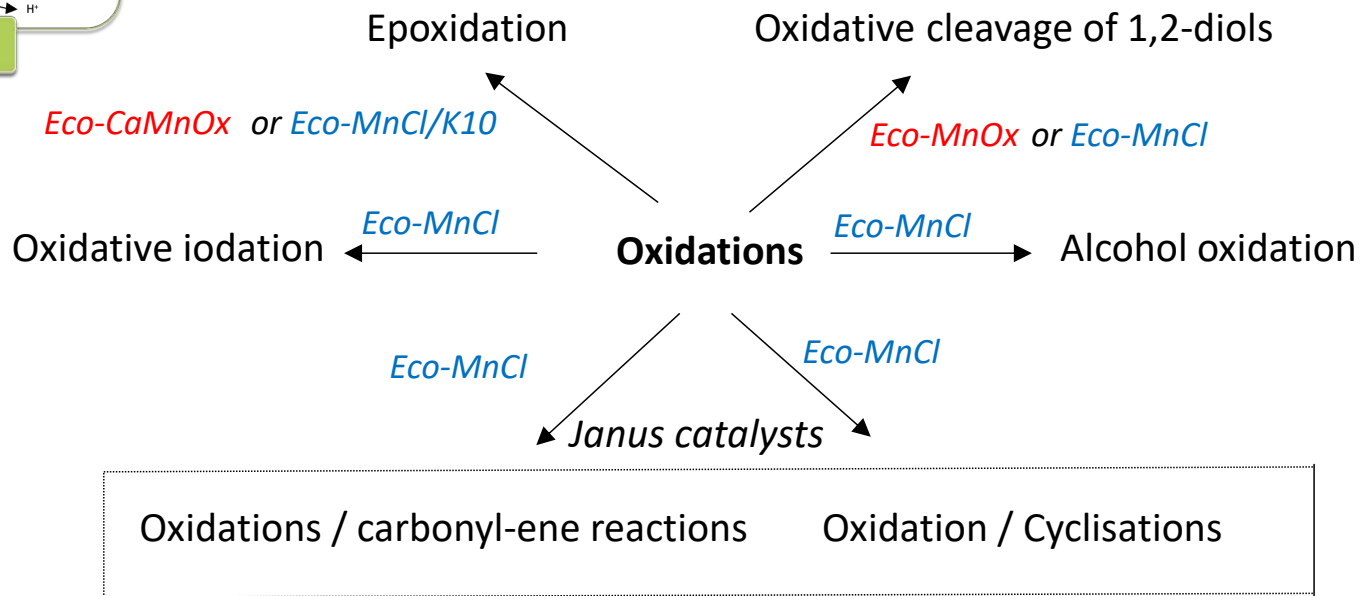
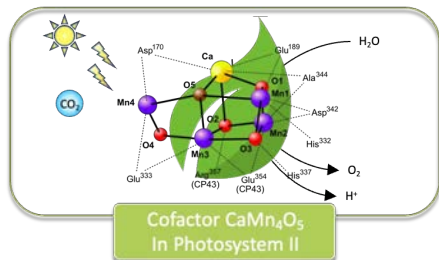


## Quelques calculs : entre écologie et chimie

		water			acetone			THF		
Charges on Mn		MnCl <sub>2</sub>	KMnCl <sub>3</sub>	K <sub>3</sub> NaMnCl <sub>6</sub>	MnCl <sub>2</sub>	KMnCl <sub>3</sub>	K <sub>3</sub> NaMnCl <sub>6</sub>	MnCl <sub>2</sub>	KMnCl <sub>3</sub>	K <sub>3</sub> NaMnCl <sub>6</sub>
Mn	Mulliken	-0.086	0.425	3.374	-0.093	0.390	3.385	-0.110	0.350	3.513
	NBO	0.565	0.482	0.02	0.560	0.482	0.238	0.549	0.482	0.195
	MK	1.215	1.00	0.570	1.243	1.100	0.573	1.221	1.103	0.607
		water			acetone			THF		
		MnCl <sub>2</sub>	KMnCl <sub>3</sub>	K <sub>3</sub> NaMnCl <sub>6</sub>	MnCl <sub>2</sub>	KMnCl <sub>3</sub>	K <sub>3</sub> NaMnCl <sub>6</sub>	MnCl <sub>2</sub>	KMnCl <sub>3</sub>	K <sub>3</sub> NaMnCl <sub>6</sub>
Alpha occ. Eigenvalues		-	-0.21781	-0.21699	-	-0.2172	-0.21726	-	-0.21574	-0.21219
Alpha virt. eigenvalues		0.20962	-0.03441	-0.03969	0.21547	-0.03394	-0.03998	0.21404	-0.03304	-0.03521
η (hardness)		0.169	0.183	0.177	0.178	0.183	0.177	0.175	0.183	0.177
S (Softness)		5.93	5.45	5.64	5.63	5.46	5.64	5.70	5.47	5.65



# La force de l'interdisciplinarité



# Convergence des résultats entre restauration écologique et chimie durable :

Les Eco-Mn sont des substituts possibles aux oxydants mis en défaut par REACH



Le début de l'économie régénérative ?



# Laboratoire de chimie bio-inspirée et Innovations écologiques

**TEAM : Together Everyone Achieves More**



<http://www.chimeco-lab.com>